

**CHAT LIVE**

with Nerac

Mon-Fri 4AM to 10PM ET

**Format Examples**
**US Patent**

US6024053 or 6024053

**US Design Patent** D0318249

**US Plant Patents** PP8901

**US Reissue** RE35312

**US SIR** H1523

**US Applications** 20020012233

**World Patent Applications**  
 WO04001234 or WO2004012345

**European** EP01302782

**Great Britain Applications**  
 GB2018332

**French Applications** FR02842406

**German Applications**  
 DE29980239

**Nerac Document Number (NDN)**  
 certain NDN numbers can be used  
 for patents

[view examples](#)

 6.0 recommended  
 Win98SE/2000/XP

**Patent Ordering**
[help](#)
**Enter Patent Type and Number:**



optional reference note

☐ Add patent to cart automatically. If you uncheck this box then you must *click on* Publication number and view abstract to Add to Cart.

99 Patent(s) in Cart

**Patent Abstract**
[Add to cart](#)

GER 1998-12-03 19722834 **MAGNETORESISTIVES GRADIOMETER IN FORM OF A WHEATSTONE-BROOKE TO THE MEASUREMENT OF MAGNET FIELD GRADIENTS**

**INVENTOR-** Dettmann, Fritz, Dr. 35586 Wetzlar DE

**INVENTOR-** Loreit, Uwe 35580 Wetzlar DE

**APPLICANT-** Institut foOr Mikrostrukturtechnologie und Optoelektronik (IMO) e.V. 35578 Wetzlar DE

**PATENT NUMBER-** 19722834/DE-A1

**PATENT APPLICATION NUMBER-** 19722834

**DATE FILED-** 1997-05-30

**DOCUMENT TYPE-** A1, DOCUMENT LAID OPEN (FIRST PUBLICATION)

**PUBLICATION DATE-** 1998-12-03

**INTERNATIONAL PATENT CLASS-** G01R033022; G01R03309; G01R01710; H01F01000; G01R03309; G01R033022

**PATENT APPLICATION PRIORITY-** 19722834, A

**PRIORITY COUNTRY CODE-** DE, Germany, Ged. Rep. of

**PRIORITY DATE-** 1997-05-30

**FILING LANGUAGE-** German


**LANGUAGE-** German NDN- 203-0403-4994-6

Magnetoresistives Gradiometer in form of a Wheatstone-BroOcke to the measurement of magnet field gradients. The individual resistances of the Wheatstone-BroOcke consist equally many structure of row circuits of in each case opposite inclination about the basis length of the Gradiometers of of each other removed, to each other geometrically parallel angeordneten magnetoresistiven layer strips with Barber pole. The magnetoresistive Gradiometer can be used for the potential-free measurement of streams, with what they flow to measuring streams in electric managements that are symmetrically angeordnet to the middle axis of the layer bearer, on which the Gradiometer is.

**EXEMPLARY CLAIMS-** 1. Magnetoresistives Gradiometer in form of a

Wheatstone - bridge over the measurement of magnet field gradients and with it interconnected sizes, marked by it, that the individual resistances, 1, 1 ' ; 2, 2 ' ; 3, 3 ' ; 4, 4 ' ) the Wheatstone - bridge from Reihenschaltungenvon in each case equally much about the basis length (5) of the Gradiometers of of each other removed, to each other geometrically parallel angeordneten magnetoresistiven layer strips, 9.1 to 9.4 and 9.1 ' until 9.4 ' ) with Barber pole structure (10) opposite inclination exists. 2. Magnetoresistives Gradiometer after claim 1, marked by it, that all magnetoresistiven layer strips, 9.1 to 9.4 and 9.1 ' until 9.4 ' ) the magnetoresistiven Gradiometers in two areas (11);12, a layer bearer (8) symmetrically to a middle axis (13) lies. 3. Magnetoresistives Gradiometer after claim 2, marked by it, that the center lines (14);15, the two areas, 11;12, about the basis length (5) of the Gradiometers of each other distant is. 4. Magnetoresistives Gradiometer after claim 3, marked by it, that they to every resistance, 1, 1 ' ; 2, 2 ' ; 3, 3 ' ; 4, 4 ' ) belonging magnetoresistiven layer strips, 9.1bis 9.4 and 9.1 ' until 9.4 ' ) in each of the two areas (11);12, in same sequence angeordnet is. 5. Magnetoresistives Gradiometer after claim 4, marked by it, that they to every resistance, 1, 1 ' ; 2, 2 ' ; 3, 3 ' ; 4, 4 ' ) belonging magnetoresistiven layer strips, 9.1bis 9.4 and 9.1 ' until 9.4 ' ) in each of the two areas (11);12, symmetrically to the respective center line (14),;15, angeordnet is. 6. Magnetoresistives Gradiometer after claim 4, or 5, through it marked that all magnetoresistiven layer strips, 9.1 to 9.4 and 9.1 ' until 9.4 ' ) that situated connection managements (16) and the connection contacts (17) lie in a level between it. 7. Magnetoresistives Gradiometer after one of the claims 1 to 6, marked by it, that itself over or under the magnetoresistiven layer strips, 9.1 to 9.4 and 9.1 ' to 9.4 ' ) against this

NO-DESCRIPTORS

 **proceed to checkout**

9



①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 22 834 A 1**

⑲ Aktenzeichen: 197 22 834.8  
⑳ Anmeldetag: 30. 5. 97  
㉑ Offenlegungstag: 3. 12. 98

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 R 33/022**  
G 01 R 33/09  
G 01 R 17/10  
H 01 F 10/00

**DE 197 22 834 A 1**

⑦① Anmelder:  
Institut für Mikrostrukturtechnologie und  
Optoelektronik (IMO) e.V., 35578 Wetzlar, DE

⑦② Erfinder:  
Dettmann, Fritz, Dr., 35586 Wetzlar, DE; Loreit, Uwe,  
35580 Wetzlar, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Magnetoresistives Gradiometer in Form einer Wheatstone-Brücke zur Messung von Magnetfeldgradienten

⑤① Magnetoresistives Gradiometer in Form einer Wheatstone-Brücke zur Messung von Magnetfeldgradienten. Die einzelnen Widerstände der Wheatstone-Brücke bestehen aus Reihenschaltungen von jeweils gleich vielen um die Basislänge des Gradiometers voneinander entfernten zueinander geometrisch parallel angeordneten magnetoresistiven Schichtstreifen mit Barber Pole Struktur entgegengesetzter Neigung. Das magnetoresistive Gradiometer kann zur potentialfreien Messung von Strömen benutzt werden, wobei die zu messenden Ströme in elektrischen Leitungen fließen, die symmetrisch zur Mittelachse des Schichtträgers, auf dem sich das Gradiometer befindet, angeordnet sind.

**DE 197 22 834 A 1**

## Beschreibung

Gradiometer dienen der Messung von räumlichen Felddifferenzen. Bei der potentialfreien Strommessung kann durch Messung der vom Strom hervorgerufenen räumlichen Felddifferenzen eine Unterscheidung des zu messenden Stromes von anderen in nicht allzu großer Nähe fließenden Strömen getroffen werden.

Ein zur potentialfreien Strommessung vorgesehenes magnetoresistives Gradiometer ist aus der DE 43 00 605 C2 oder der EP 0 607 595 A2 bekannt. Bei diesem Gradiometer werden nur magnetoresistive Schichtstreifen mit gleicher Neigung der Barber Pole Strukturen verwendet. Wegen der Gleichheit der Schichtstrukturen läßt sich bei der Herstellung eine hohe Gleichheit aller Widerstandswerte der vier als Wheatstone-Brücke verschalteten Widerstände erreichen. Damit erhält man einen geringen Nulloffset der Brücke, der auch bei variabler Temperatur des gesamten Chips erhalten bleibt. Temperaturgradienten über der Chipfläche führen allerdings zu einer Änderung der Brückenausgangsspannung und deshalb ist die potentialfreie Strommessung mit diesem Gradiometer nur mit sehr eingeschränkter Genauigkeit möglich.

Ein weiteres magnetoresistives Gradiometer wird in der DE 44 36 876 A1 beschrieben. Dieses weist den oben erwähnten Mangel der Abhängigkeit der Brückenausgangsspannung von einem Temperaturgradienten in der Chipfläche nicht auf.

Auf den magnetoresistiven Schichtstreifen werden hier jedoch Barber Pole Strukturen unterschiedlicher Neigung benutzt. Jeder einzelne Widerstand der Brücke enthält nur nach rechts geneigte oder nur nach links geneigte Barber Pole Strukturen. Durch Ungenauigkeiten in der Herstellung des jeweiligen Neigungswinkels kann die Brücke so an beiden Ausgängen eine Gleichtaktausgangsspannung aufweisen. Verbunden mit einem Gradienten der Dicke der magnetoresistiven Schicht oder der Schicht der Verbindungsleitungen auf dem Schichtträger können bei Temperaturänderungen des gesamten Chips wieder Ausgangsspannungsänderungen an der Wheatstone-Brücke auftreten, die auch hier wieder die Genauigkeit der potentialfreien Strommessung einschränken.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, die Anordnung eines magnetoresistiven Gradiometers anzugeben, das trotz herstellungsbedingter Toleranzen eine hohe Konstanz des Nullausgangssignales auch bei Temperaturänderungen oder Temperaturgradienten im Sensorchip aufweist, und Anordnungen zum Messen von elektrischen Strömen mit Hilfe eines solchen Gradiometers anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch das im Hauptanspruch beschriebene magnetoresistive Gradiometer und für Anordnungen zum Messen von elektrischen Strömen mit Hilfe eines Gradiometers durch die in den Ansprüchen 12 bis 14 angegebenen Merkmale gelöst. In den weiteren Ansprüchen werden besondere Ausführungsformen der Erfindung angegeben.

Jeder Widerstand der Wheatstone-Brücke besteht aus gleich vielen Anteilen von magnetoresistiven Schichtstreifen mit positiver und negativer Neigung der Barber Pole Strukturen. Damit ist eine hohe Gleichheit der Brückenwiderstände trotz herstellungsbedingter Fehler im Barber Pole Neigungswinkel gegeben, und der Nulloffset der Brücke und dessen Temperaturkoeffizient sind klein. So kann der vom zu messenden Strom erzeugte Feldgradient mit hoher Genauigkeit bestimmt werden.

Die symmetrische Anordnung der magnetoresistiven Schichtstreifen und das Vorhandensein aller Betriebsspannungs- und Ausgangsspannungsanschlüsse der Wheatstone-

Brücke auf einer Seite der symmetrischen Anordnung ist die Voraussetzung dafür, daß sich induktiv oder kapazitiv eingestreute Störsignale innerhalb der Brücke aufheben und so im Ausgangssignal der Brücke nicht mehr vorhanden sind.

Dadurch, daß alle magnetoresistiven Schichtstreifen, die Verbindungsleitungen und die Anschlußkontakte der Wheatstone-Brücke in einer Ebene liegen, kann diese ohne elektrische Verbindung zwischen unterschiedlichen Schichtebenen hergestellt werden, was in erheblichem Maße zu einer hohen Langzeitstabilität beiträgt.

Durch Anwendung der Kompensationsmethode dient die Wheatstone-Brücke bei der Messung des Magnetfeldgradienten lediglich als Nullinstrument. Deshalb spielen die bei magnetoresistiven Sensoren auftretenden Nichtlinearitäten und Meßbereichsbegrenzungen hier keine Rolle.

Durch Abgleichen der mindestens zwei änderbaren magnetoresistiven Widerstände in der Wheatstone-Brücke kann ein durch Herstellungstoleranzen bedingter Nulloffset der Brücke beseitigt werden.

Die symmetrische Anordnung der änderbaren magnetoresistiven Widerstände und der Anschlußkontakte für die Wheatstone-Brücke und die Dünnschichtstreifenleiter wird eine symmetrische Temperaturverteilung über die Chipfläche als Folge der Eigenerwärmung garantiert. Das ist Voraussetzung für einen minimalen Einfluß der Temperatur auf das Ausgangssignal des Gradiometers.

Die Verwendung von Mäandern von magnetoresistiven Schichtstreifen anstelle der einzelnen magnetoresistiven Schichtstreifen führt zu einem höheren Brückenwiderstand.

Damit können ohne größeren Leistungsumsatz in der Brücke hohe Betriebsspannungen verwendet werden. Da diese dem erhaltenen Ausgangssignal direkt proportional sind, werden so auch große Ausgangssignale erhalten.

Die Messung von elektrischen Strömen durch eine oder zwei in unmittelbarer Nähe des Gradiometers parallel zur Mittelachse des Schichtträgers gerichteten elektrischen Leitungen ist auch bei in der Umgebung vorhandenen magnetischen Störfeldern fast störungsfrei möglich, da die Gradienten der Störungen um Größenordnungen unter dem vom zu messenden Strom hervorgerufenen liegen. Die Quellen der Störmagnetfelder sind im Vergleich mit dem zu messenden Strom und mit der Basislänge des Gradiometers weit entfernt.

Die Erfindung wird nachstehend an Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den zugehörigen Zeichnungen zeigt

Fig. 1 die Anordnung einer Wheatstone-Brücke für die Messung von Magnetfeldgradienten gemäß der Erfindung.

Fig. 2 gibt eine Anordnung der Bestandteile der erfindungsgemäßen Wheatstone-Brücke auf einem Schichtträger wieder.

Fig. 3 zeigt eine andere Anordnung der Bestandteile der erfindungsgemäßen Wheatstone-Brücke auf dem Schichtträger.

In Fig. 4 ist in einem Ausschnitt die Anordnung von Dünnschichtleitern gezeigt die als Leiter für einen Kompensationsstrom dienen, der die Wirkung von außen auf die Wheatstone-Brücke einwirkender Magnetfelder aufheben kann.

Fig. 5 zeigt die Anordnung eines erfindungsgemäßen Gradiometers zur Messung des Stromes in einer Stromleitung.

In Fig. 1 ist eine Wheatstone-Brücke dargestellt, die aus den beiden Brückenzweigen 6 und 7 aufgebaut ist. Jeder der vier Widerstände 1; 2; 3 und 4 der Brücke besteht aus zwei Anteilen, die mit 1 und 1', 2 und 2', 3 und 3' und 4 und 4' bezeichnet sind. Die Widerstände 1 bis 4 und 1' bis 4' sind als Streifen magnetoresistiver Schichten ausgebildet. Diese magnetoresistiven Schichtstreifen tragen Barber Pole Struktu-

ren 10. Die Winkel der Barber Pole Struktur 10 zur Längsrichtung ist auf den Widerständen 1 bis 4 und 1' bis 4' jeweils durch eine entsprechende Schraffur angegeben.

Der Wert der Spannung an den Anschlußkontakten 17 wird nicht dadurch beeinflußt, ob die Winkel der beiden Richtungen der Barber Pole Struktur 10 genau den entgegengesetzt gleichen Wert besitzen, oder ob bei allen Barber Pole Strukturen gleiche Abweichungen von diesem Winkel vorhanden sind. Das ergibt sich einfach aus der Gleichheit der Summe der Widerstandswerte der jeweils beiden Widerstände 1 und 1', 2 und 2', 3 und 3' und 4 und 4'.

Als Folge so eines Winkelfehlers ist also weder ein Nulloffset noch eine Gleichtaktspannung in der Wheatstone-Brücke möglich.

Abhängig vom Winkel der Barber Pole Struktur 10 reagieren die Widerstände auf ein bestimmtes Magnetfeld mit einer Zunahme oder Abnahme ihres Widerstandswertes. Da jeder Widerstand aus jeweils zwei Anteilen 1 und 1', 2 und 2', 3 und 3' und 4 und 4' besteht, die gegenläufig gerichtete Barber Pole Strukturen 10 aufweisen, heben sich bei Anlegen eines homogenen Magnetfeldes in jedem Widerstand die Widerstandsänderungen jeweils auf, und die Brücke zeigt kein Ausgangssignal an.

Damit Magnetfeldgradienten zu einem Ausgangssignal der Wheatstone-Brücke führen, ist eine bestimmte geometrische Anordnung der Widerstände 1 bis 4 und 1' bis 4' erforderlich.

So eine geometrische Anordnung von magnetoresistiven Schichtstreifen 9.1 bis 9.4 und 9.1' bis 9.4', die diese Widerstände 1 bis 4 und 1' bis 4' bilden, ist in Fig. 2 dargestellt. Auf einem Schichtträger 8 sind in zwei Bereichen 11 und 12 zueinander parallele magnetoresistive Schichtstreifen 9.1 bis 9.4 bzw. 9.1' bis 9.4' vorhanden. Die beiden Bereiche 11 und 12 befinden sich symmetrisch zur Mittelachse 13 des Schichtträgers 8.

Innerhalb des Bereiches 11 sind die magnetoresistiven Schichtstreifen 9.1, 9.2, 9.3 bzw. 9.4 jeweils symmetrisch zur Mittellinie 14 des Bereiches 11 angeordnet. In gleicher Weise sind innerhalb des Bereiches 12 die magnetoresistiven Schichtstreifen 9.1', 9.2', 9.3' bzw. 9.4' jeweils symmetrisch zur Mittellinie 15 des Bereiches 12 angeordnet. Die Mittellinie 14 des Bereiches 11 ist von der Mittellinie 15 des Bereiches 12 um die Basislänge 5 des Gradiometers entfernt. Die Widerstände 1 bzw. 1' der Wheatstone-Brücke werden durch die elektrische Reihenschaltung der beiden magnetoresistiven Schichtstreifen 9.1 mit positiver Neigung der Barber Pole Struktur 10 aus dem Bereich 11 und durch elektrische Reihenschaltung der magnetoresistiven Schichtstreifen 9.1' mit negativer Neigung der Barber Pole Struktur 10 aus dem Bereich 12 gebildet. Die beiden jeweils links in den Bereichen 11 und 12 liegenden magnetoresistiven Schichtstreifen 9.1 und 9.1' sind dabei genau um die Basislänge 5 des Gradiometers voneinander entfernt. Ein gleicher Abstand ist auch für die in den Bereichen 11 und 12 rechts liegenden magnetoresistiven Schichtstreifen 9.1 und 9.1' vorhanden. In entsprechender Weise sind die Widerstände 2 und 2', 3 und 3' bzw. 4 und 4' aus den magnetoresistiven Schichtstreifen 9.2 und 9.2', 9.3 und 9.3' bzw. 9.4 und 9.4' gebildet. Die verschiedenen magnetoresistiven Schichtstreifen 9.1 bis 9.4 und 9.1' bis 9.4' sind durch Verbindungsleitungen 16 mit hoher elektrischer Leitfähigkeit untereinander und mit den Anschlußkontakten 17 verbunden. Um durch Herstellungstoleranzen unterschiedlichster Art hervorgerufene Abweichungen im Nulloffset der Wheatstone-Brücke abgleichen zu können, ist mit dem Widerstand 1 und 1' und mit dem Widerstand 4 und 4' jeweils ein änderbarer magnetoresistiver Widerstand 20 elektrisch in Reihe geschaltet. Diese änderbaren magnetoresistiven Widerstände 20 kön-

nen beispielsweise durch Laserbearbeitung so eingestellt werden, daß ein Nulloffset der Brücke nicht mehr vorhanden ist.

Die Wheatstone-Brücke der Gradiometeranordnung nach Fig. 2 weist keine Gleichtaktspannung und keine Offsetspannung auf, solange die Temperatur des Schichtträgers 8 homogen ist oder ein linearer Temperaturgradient über dem Schichtträger 8 besteht. Es tritt jedoch eine Offsetspannung an der Brücke auf, wenn zum Beispiel durch Eigenerwärmung durch den Betriebsstrom eine zur Mittelachse 13 symmetrische, nichtlineare Temperaturverteilung vorhanden ist. Die Anordnung eines erfindungsgemäßen Gradiometers, welches auch für diesen Fall keine Offsetspannung aufweist, ist in Fig. 3 dargestellt. Gegenüber der Anordnung nach Fig. 2 ist hier lediglich eine andere Reihenfolge der magnetoresistiven Schichtstreifen 9.1 bis 9.4 und 9.1' bis 9.4' gewählt worden. Es ist jedoch in beiden Bereichen 11; 12 des Schichtträgers 8 die gleiche Reihenfolge der magnetoresistiven Schichtstreifen 9.1 bis 9.4 und 9.1' bis 9.4' vorhanden, so daß sich wieder Schichtstreifenpaare mit dem Abstand der Basislänge 5 des Gradiometers ergeben.

Die bisher dargestellten Wheatstone-Brücken weisen als Ausgangsspannung bei Anlegen eines bestimmten Magnetfeldgradienten einen Wert auf, der sowohl von der Temperatur als auch von einer in Längsrichtung der magnetoresistiven Schichtstreifen 9.1 bis 9.4 und 9.1' bis 9.4' anliegenden Magnetfeldkomponente abhängig ist. Um diese Abhängigkeiten auszuschließen, wird bei Benutzung der erfindungsgemäßen Anordnungen der Wheatstone-Brücken vorteilhafterweise das bekannte Kompensationsprinzip angewendet. Beim Kompensationsprinzip wird die Ausgangsspannung der Wheatstone-Brücke auf einen Verstärker gegeben, dessen als Steuerstrom bezeichneter Ausgangsstrom durch einen Stromleiter in der Nähe der Brücke fließt und am Ort der Brücke einen Feldgradienten erzeugt, der den durch das äußere Feld bedingten Feldgradienten gerade aufhebt. Die Wheatstone-Brücke ist in dem Kompensationsregelkreis als Nullinstrument wirksam und Temperatur- und Feldabhängigkeiten sowie Nichtlinearitäten der Kennlinie spielen für die Ausgangsgröße, die durch den Steuerstrom dargestellt wird, keine Rolle. Fig. 4 zeigt in einem Ausschnitt, wie der Stromleiter für den Steuerstrom im Falle des erfindungsgemäßen Gradiometers vorteilhaft angeordnet werden kann. In dem gezeigten Ausschnitt sind über den magnetoresistiven Schichtstreifen 9.1 bis 9.4 Dünnschichtstreifenleiter 18 geführt. In der realen Anordnung befinden sich solche Dünnschichtstreifenleiter über allen magnetoresistiven Schichtstreifen 9.1 bis 9.4 und 9.1' bis 9.4'. Alle diese Dünnschichtstreifen 18 sind in Reihe geschaltet, so daß ein Mäander gebildet wird.

Fig. 5 stellt die Verwendung des kompensierten Gradiometers für die Bestimmung eines Meßstromes 1 dar. Unterhalb des Chipträgers 8 und mit ihrer Längsrichtung parallel zur Mittelachse 13 des Chipträgers 8 sind zwei elektrische Leitungen 19 angeordnet. Der Abstand der Mitte der beiden elektrischen Leitungen 19 voneinander ist dabei vorteilhafterweise so gewählt, daß er dem Basisabstand des Gradiometers entspricht. Die beiden elektrischen Leitungen 19 sind in Reihe geschaltet und sie werden so vom gleichen Meßstrom 1 durchflossen. Wie der Fig. 5 zu entnehmen ist, sind die Meßströme I in den beiden elektrischen Leitungen 19 entgegengesetzt gerichtet. Dadurch wirkt im linken Teil des Gradiometers ein nach rechts gerichtetes Magnetfeld und im rechten Teil des Gradiometers ein nach links gerichtetes Magnetfeld. Auf diese Weise wird durch den Meßstrom I der maximale auf das Gradiometer einwirkende Magnetfeldgradient erzeugt.

## Bezugszeichenliste

1, 2, 3, 4, 1', 2', 3', 4' Widerstand	
5 Basislänge	
6, 7 Brückenarme	
8 Schichtträger	5
9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.1', 9.2', 9.3', 9.4' magnetoresistiver Schichtstreifen	
10 Barber Pole Struktur	
11, 12 Bereiche	10
13 Mittelachse	
14, 15 Mittellinien	
16 Verbindungsleitungen	
17 Anschlußkontakte	
18 Dünnschichtstreifenleiter	15
19 elektrische Leitung	
20 änderbarer Widerstand	
I Meßstrom	

## Patentansprüche

20

1. Magnetoresistives Gradiometer in Form einer Wheatstone-Brücke zur Messung von Magnetfeldgradienten und damit verbundener Größen, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Widerstände (1, 1'; 2, 2'; 3, 3'; 4, 4') der Wheatstone-Brücke aus Reihenschaltungen von jeweils gleich vielen um die Basislänge (5) des Gradiometers voneinander entfernten zueinander geometrisch parallel angeordneten magnetoresistiven Schichtstreifen (9.1 bis 9.4 und 9.1' bis 9.4') mit Barber Pole Struktur (10) entgegengesetzter Neigung bestehen. 25
2. Magnetoresistives Gradiometer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle magnetoresistiven Schichtstreifen (9.1 bis 9.4 und 9.1' bis 9.4') des magnetoresistiven Gradiometers in zwei Bereichen (11; 12) eines Schichtträgers (8) symmetrisch zu einer Mittelachse (13) liegen. 30
3. Magnetoresistives Gradiometer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittellinien (14; 15) der beiden Bereiche (11; 12) um die Basislänge (5) des Gradiometers voneinander entfernt sind. 40
4. Magnetoresistives Gradiometer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zu jedem Widerstand (1, 1'; 2, 2'; 3, 3'; 4, 4') gehörenden magnetoresistiven Schichtstreifen (9.1 bis 9.4 und 9.1' bis 9.4') in jedem der beiden Bereiche (11; 12) in gleicher Reihenfolge angeordnet sind. 45
5. Magnetoresistives Gradiometer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zu jedem Widerstand (1, 1'; 2, 2'; 3, 3'; 4, 4') gehörenden magnetoresistiven Schichtstreifen (9.1 bis 9.4 und 9.1' bis 9.4') in jedem der beiden Bereiche (11; 12) symmetrisch zur jeweiligen Mittellinie (14; 15) angeordnet sind. 50
6. Magnetoresistives Gradiometer nach Anspruch 4, 55 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß alle magnetoresistiven Schichtstreifen (9.1 bis 9.4 und 9.1' bis 9.4'), die dazwischen befindlichen Verbindungsleitungen (16) und die Anschlußkontakte (17) in einer Ebene liegen.
7. Magnetoresistives Gradiometer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß sich über oder unter den magnetoresistiven Schichtstreifen (9.1 bis 9.4 und 9.1' bis 9.4') gegen diese isolierte Dünnschicht-Streifenleiter (18) befinden, durch die ein meßbarer Steuerstrom fließen kann. 60
8. Magnetoresistives Gradiometer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerstrom so wählbar ist, daß die von der Wheatstone-Brücke gemessenen Magnetfelder kompensiert werden können.

9. Magnetoresistives Gradiometer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß mit mindestens zwei der Widerstände (1, 1'; 2, 2'; 3, 3'; 4, 4') der Wheatstone-Brücke änderbare magnetoresistive Widerstände (20) in Reihe geschaltet sind.
10. Magnetoresistives Gradiometer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die änderbaren, magnetoresistiven Widerstände und die Anschlußkontakte (17) für die Wheatstone-Brücke und für die Dünnschicht-Streifenleiter (18) symmetrisch zur Mittelachse (13) des Schichtträgers (8) zwischen den Bereichen (11; 12) mit den magnetoresistiven Schichtstreifen (9.1 bis 9.4 und 9.1' bis 9.4') angeordnet sind.
11. Magnetoresistives Gradiometer nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle der magnetoresistiven Schichtstreifen (9.1 bis 9.4 und 9.1' bis 9.4') Mäander von magnetoresistiven Schichtstreifen mit der dem jeweiligen Schichtstreifen (9.1 bis 9.4 und 9.1' bis 9.4') entsprechenden Barber Pole Struktur (10) vorhanden sind.
12. Verwendung eines magnetoresistiven Gradiometers nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zum potentialfreien Messen von Strömen, dadurch gekennzeichnet, daß die zu messenden Ströme (1) in einer elektrischen Leitung (19) fließen, die parallel zur Mittelachse (13) des Schichtträgers (8) fixiert ist.
13. Verwendung eines magnetoresistiven Gradiometers nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zum potentialfreien Messen von Strömen, dadurch gekennzeichnet, daß die zu messenden Ströme (1) in elektrischen Leitungen (19) fließen, die symmetrisch zur Mittelachse (13) des Schichtträgers (8) angeordnet und zu dieser fixiert sind.
14. Verwendung eines magnetoresistiven Gradiometers nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrischen Leitungen (19) in Reihe geschaltet sind.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- Leerseite -

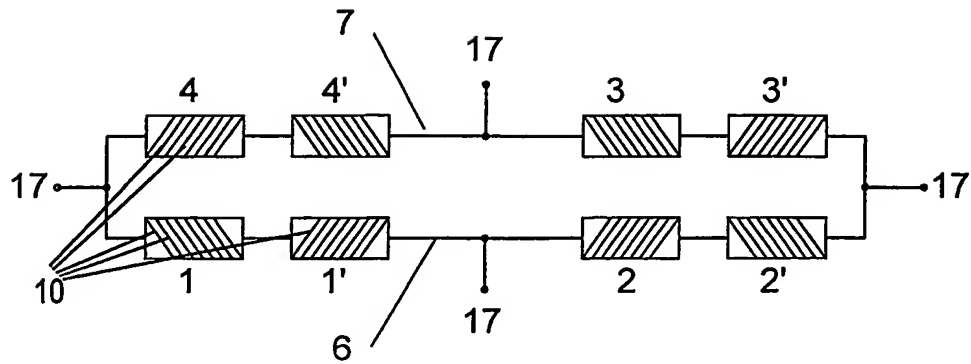


Fig. 1

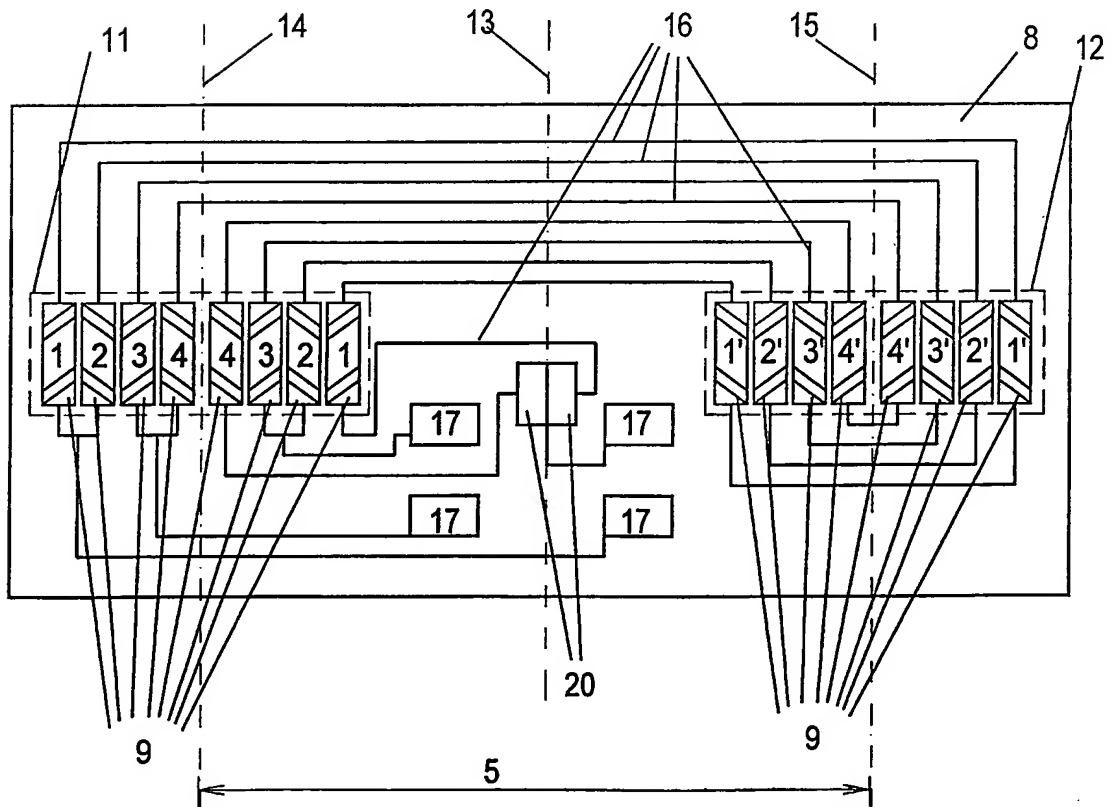


Fig. 2



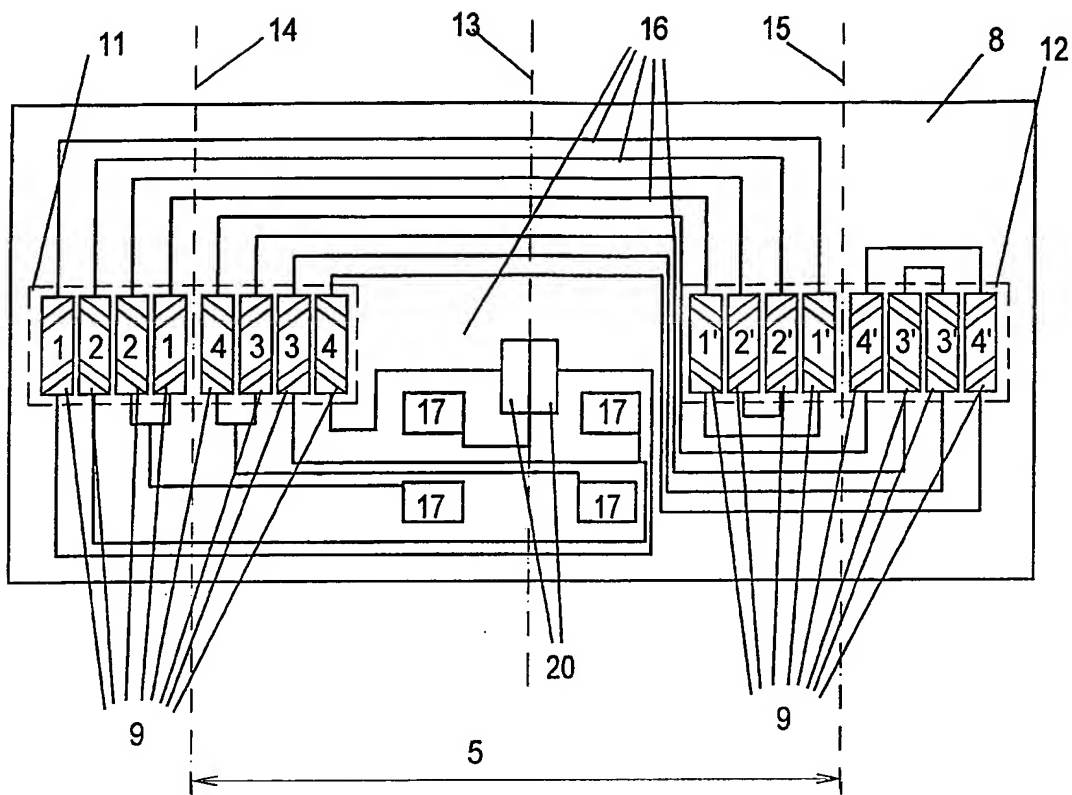


Fig. 3

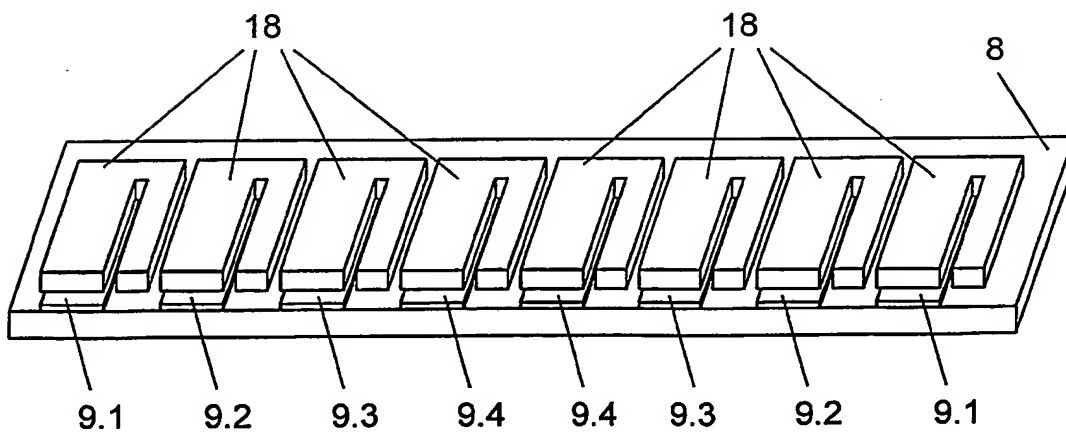


Fig. 4

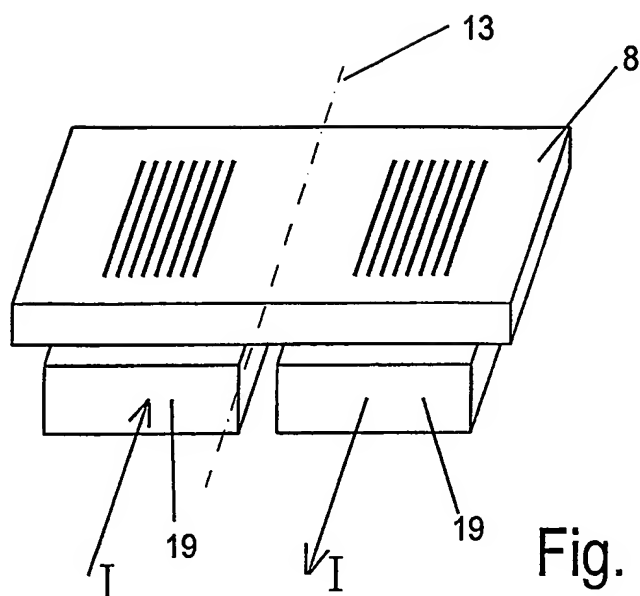


Fig. 5